

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 822 175**

51 Int. Cl.:

G01B 11/24 (2006.01)

G01N 21/954 (2006.01)

C10B 45/00 (2006.01)

F27D 19/00 (2006.01)

F27D 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.06.2017 PCT/IB2017/053970**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.01.2018 WO18002900**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.06.2017 E 17737379 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2020 EP 3479057**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para medir la forma de una porción de pared de un horno de coque**

30 Prioridad:
30.06.2016 WO PCT/IB2016/001082

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.04.2021

73 Titular/es:
**CENTRE DE PYROLYSE DU CHARBON DE
MARIENAU (100.0%)
Parc d'activité Forbach Ouest
57600 Forbach, FR**

72 Inventor/es:
**GAILLET, JEAN PAUL;
GLIJER, DAVID y
STREIFF, DAMIEN**

74 Agente/Representante:
SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 822 175 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo y procedimiento para medir la forma de una porción de pared de un horno de coque

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a un dispositivo para medir una forma de una porción de pared de un horno de coque.
- [0002]** La presente invención se refiere también a una instalación que comprende un horno y tal dispositivo, así como a un procedimiento para medir una forma de una porción de pared de un horno de coque.
- 10 **[0003]** La invención se refiere también a un procedimiento para escanear todas las paredes izquierda y derecha del horno a través de una apertura del horno.
- [0004]** Los hornos de coque se utilizan para producir coque a partir de carbón vegetal en la industria del hierro y el acero. Se constituyen mediante la disposición alternativa de cámaras de coquización y cámaras de combustión separadas por paredes de horno hechas de ladrillos. Una cámara de coquización tiene una forma paralelepípeda, generalmente entre 3,5 y 8 metros de altura, entre 12 y 20 metros de profundidad a lo largo de una dirección horizontal, y entre 0,35 y 0,7 metros de ancho. Por lo general comprenden dos puertas opuestas en ambos extremos a lo largo de la dirección horizontal, respectivamente.
- 15 **[0005]** El procedimiento de coquización implica la carbonización del carbón a altas temperaturas, por encima de 1000 °C, en una atmósfera con deficiencia de oxígeno con el fin de concentrar el carbono. El carbón se carga desde un orificio de carga de carbón en una porción superior de la cámara de coquización. A continuación, se aplica una temperatura alta de 1000 °C o más al carbón dentro de la cámara de coquización durante aproximadamente 20 horas.
- 20 **[0006]** Por lo tanto, el carbón es coquizado (carbonizado) y se produce torta de coque (en adelante, denominada simplemente "coque"). Cuando se produce el coque, se abren las puertas dispuestas en ambos extremos de la cámara de coque, el coque es empujado por un empujador desde un lado lateral de la cámara de coquización, y el coque se extrae de la cámara de coquización.
- 30 **[0007]** Aparte de las altas temperaturas, el procedimiento de coquización genera también mucho polvo, hollín y vapor.
- [0008]** Cuando el carbón se transforma en coque, ejerce una alta presión sobre los ladrillos de la pared del horno que puede deformarse a continuación. Estas deformaciones de las paredes del horno pueden inducir problemas para empujar el coque fuera de la cámara y, a continuación, aumentar los daños de las paredes del horno. Además, los ladrillos están expuestos a variaciones de alta temperatura entre la carga y descarga del horno y pueden producirse choques térmicos, lo que también causa daños a las paredes.
- 35 **[0009]** Todos estos daños eventualmente alteran la forma de las paredes y afectan a la productividad de la planta de coquización al inducir problemas durante la carga de carbón o el empuje de coque.
- [0010]** Las mediciones de la forma de la pared se realizan después de la descarga y antes de la siguiente carga. La temperatura de la pared está típicamente en un intervalo de 900 °C a 1000 °C.
- 40 **[0011]** Por esta razón, ha habido una necesidad de monitorear las condiciones de los hornos de coque, en particular con el fin de verificar si la forma de las paredes no se altera.
- [0012]** En el pasado, esto se realizaba a través de la inspección visual, pero implicaba muchos riesgos de seguridad para los operadores y no era muy preciso.
- 45 **[0013]** El documento WO 2009/119501 describe un dispositivo para la inspección óptica de una porción de pared de un horno de coque.
- [0014]** El documento JP2014-218557 describe el uso de un láser 3D para evaluar la forma de la pared de la cámara. El láser se coloca en una primera ubicación frente a una primera puerta de la cámara de coquización para escanear una porción de la pared izquierda de la cámara. A continuación, se mueve a una segunda ubicación para escanear una porción de la pared derecha de la cámara.
- 50 **[0015]** Además, se han utilizado escáneres láser 3D en otros campos técnicos para medir formas tridimensionales. Sin embargo, tales escáneres se han considerado inadecuados para su uso dentro de una planta de coquización, ya que no pueden soportar el ambiente caliente, polvoriento y húmedo cerca de hornos de coque en funcionamiento.
- 60 **[0016]** Un objetivo de la invención es proporcionar un dispositivo adaptado para medir una forma de una porción de pared de un horno de coque inactivo, y adaptado para su uso cerca de un horno de coque en funcionamiento.
- 65

- [0016]** Con este fin, la invención propone un dispositivo según la reivindicación 1.
- [0017]** En otras realizaciones, el dispositivo comprende una o varias de las características correspondientes a las reivindicaciones 2 a 13, tomadas de forma aislada o en cualquier combinación técnica factible.
- [0018]** La invención se refiere también a una instalación según la reivindicación 14.
- [0019]** La invención se refiere también a un procedimiento según la reivindicación 15.
- [0020]** Otras características y ventajas de la invención aparecerán al leer la siguiente descripción, dada a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:
- La figura 1 es una vista esquemática de una instalación según la invención,
 - Las figuras 2 y 3 son vistas esquemáticas, respectivamente lateral y superior de la instalación mostrada en la figura 1,
 - La figura 4 es una vista en perspectiva de un dispositivo mostrado en la figura 1 a 3;
 - La figura 5 es una vista lateral de la caja del dispositivo mostrada en las figuras 1 a 4,
 - La figura 6 es una vista en perspectiva hacia una cara frontal de la caja mostrada en la figura 5,
 - La figura 7 es una vista en perspectiva diferente de la caja mostrada en las figuras 5 y 6, donde se han retirado algunos módulos de la pantalla protectora interna,
 - La Figura 8 es una vista en perspectiva de uno de los escáneres láser 3D del dispositivo mostrado en las figuras 1 a 7, y
 - Las Figuras 9 a 11 son gráficas que muestran las mediciones realizadas en un horno de coque a escala industrial.
- [0021]** Con referencia a las figuras 1 y 2, se describe una instalación 1 según la invención.
- [0022]** La instalación 1 comprende un horno de coque 5 y un dispositivo 10 para medir una forma de una porción de pared 12 del horno.
- [0023]** El horno 5 se extiende a lo largo de una dirección longitudinal L, por ejemplo, aproximadamente horizontal. El horno 5 define una cámara de coquización 14 y tiene al menos una puerta 16 orientada hacia el dispositivo 10 a lo largo de la dirección longitudinal L.
- [0024]** La puerta 16 define una apertura del horno 5 y está destinada a estar abierta cuando el dispositivo 10 está funcionando.
- [0025]** Como se muestra también en las figuras 2 y 3, la cámara de coquización 14 tiene una profundidad L1 a lo largo de la dirección longitudinal L. La cámara de coquización 14 comienza a una altura H1 a lo largo de una dirección vertical V por encima de un suelo 18 en el que se encuentra el dispositivo 10. La cámara de coquización 14 tiene una altura H2 a lo largo de la dirección vertical V, y un ancho W1 a lo largo de una dirección transversal T que es perpendicular a la dirección longitudinal L y a la dirección vertical V. La cámara 14 tiene una pared izquierda 12A y una pared derecha 12B a lo largo de la dirección transversal T.
- [0026]** Por ejemplo, L1 varía entre 12 y 20 metros.
- [0027]** Por ejemplo, H1 es de hasta 2 metros.
- [0028]** Por ejemplo, H2 varía entre 3,5 y 8 metros.
- [0029]** Por ejemplo, W1 varía entre 0,35 y 0,7 metros.
- [0030]** La pared 12 es, por ejemplo, sustancialmente vertical y está diseñada para ser plana.
- [0031]** La porción de pared es ventajosamente una superficie bidimensional.
- [0032]** El dispositivo 10 está adaptado para medir una forma de una porción de la pared 12, con el fin de detectar ventajosamente si la forma es localmente cóncava o convexa hacia el interior de la cámara de coquización 14.
- [0033]** El dispositivo 10 está destinado a colocarse fuera del horno 5. Dado que el horno 5 todavía puede tener un alto nivel de calor residual, esto permite evitar miembros de enfriamiento demasiado complejos y costosos en el dispositivo 10.
- [0034]** Como se observa mejor en las figuras 1 y 4, en una primera realización, el dispositivo 10 comprende

una caja 20, dos escáneres láser 3D 21A, 21B ubicados dentro de la caja, una base 22 y un espaciador 24 ubicado verticalmente entre la caja y la base.

- 5 **[0035]** La base 22 está adaptada ventajosamente para rodar en el suelo 18.
- [0036]** La base 22 incluye un ordenador 29, una unidad de control 30 con una o varias pantallas de control, una fuente de aire comprimido 32 y una fuente de energía 34. La base 22 está ventajosamente equipada con uno o varios ventiladores de enfriamiento (no mostrados) que tienen filtros de polvo (no mostrados).
- 10 **[0037]** La base 22 y el espaciador 24 están cubiertos ventajosamente con una esterilla protectora (no mostrada), especialmente en los lados orientados hacia el horno 5. Por ejemplo, la esterilla comprende una tela de vidrio aluminizado o cualquier material aislante.
- [0038]** La fuente de energía 34 permite ventajosamente que el dispositivo 10 sea autónomo en términos de suministro de energía. La fuente de energía 34 es, por ejemplo, un inversor. La fuente de aire comprimido 32 es, por ejemplo, un cilindro.
- 15 **[0039]** El ordenador 29 es adecuado para monitorear los escáneres láser 3D 21A, 21B. Ventajosamente, el ordenador 29 incluye uno o varios software(s) dedicados para analizar las mediciones realizadas por los escáneres
- 20 **[0040]** Con referencia a la figura 4, la caja 20 tiene una cara frontal 37 orientada hacia la apertura del horno 5. La caja 20 comprende también una parte principal 38 fijada a la base 22 por el espaciador 24, y un sistema de cierre 40 móvil con respecto a la parte principal entre una posición cerrada (figura 4), donde la caja está cerrada alrededor de los escáneres láser 3D 21A, 21B, y una posición abierta (figura 5 a 7), donde la parte principal 38 define al menos una apertura 44 en la cara frontal 37. En realizaciones particulares, la caja 20 está soportada por, o fijada a, una placa (no mostrada) montada de forma giratoria en la base 22, o la caja está montada de forma giratoria en la base.
- 25 **[0041]** Cuando el sistema de cierre 40 está en la posición cerrada, el interior de la caja 20 está protegido contra el polvo y de las proyecciones de agua desde todas las direcciones.
- 30 **[0042]** La apertura 44 en la cara frontal 37 se extiende a lo largo de la dirección vertical V y a lo largo de la dirección transversal T. Por ejemplo, la apertura 44 tiene una forma plana, ventajosamente rectangular. La apertura 44 es ventajosamente paralela a la dirección transversal T y, por ejemplo, define un ángulo α con la dirección vertical V que varía entre 45° y 80° (figura 5). Tal ángulo permite medir la pared 12 sobre toda la altura de la cámara de coquización 14.
- 35 **[0043]** El sistema de cierre 40 comprende una cubierta 46 montada de forma giratoria en la parte principal 38 alrededor de un eje R (figura 5) y, por ejemplo, uno o dos resortes de gas 48 adaptados para sostener la cubierta en la posición abierta como se muestra en las figuras 5 a 7.
- 40 **[0044]** El sistema de cierre 40 incluye ventajosamente un sello (no mostrado) en fluoroelastómero instalado entre la cubierta 46 y la parte principal 38. El fluoroelastómero es un caucho sintético a base de fluorocarbono capaz de soportar un intervalo de temperaturas de -20 °C a 200 °C.
- 45 **[0045]** Como variante (no mostrada), el sello incluye un recubrimiento adaptado para conducir calor hacia la parte trasera del dispositivo 10 y para reflejar las radiaciones térmicas Δ desde el horno 5.
- [0046]** Mediante "adaptado para reflejar las radiaciones térmicas del horno", en la presente solicitud, se entiende que los escáneres láser 3D están protegidos de las radiaciones térmicas emitidas por el horno 5. El eje R es, por ejemplo, aproximadamente paralelo a la dirección transversal T.
- 50 **[0047]** La cubierta 46 incluye ventajosamente una solapa superior 50 (figura 4) adaptada para proteger el interior de la caja 20 del polvo exterior.
- 55 **[0048]** La cubierta 46 incluye ventajosamente un panel protector externo 52 adaptado para reflejar las radiaciones térmicas Δ procedentes del horno 5 cuando el sistema de cierre 40 está en la posición cerrada.
- [0049]** En una realización, la cubierta 46 se adapta para moverse manualmente con el fin de mover el sistema de cierre 40 de la posición cerrada a la posición abierta, y viceversa. Para ese fin, la cubierta 46 comprende ventajosamente asas 54 y sujetadores 56, por ejemplo, abrazaderas de gancho. En otra realización, la cubierta 46 se controla automáticamente.
- 60 **[0050]** El panel protector 52 está hecho, por ejemplo, de metal reflectante, tal como acero inoxidable, acero inoxidable pulido, aluminio o aluminio pulido y puede contener un material aislante tal como fibra cerámica. El panel
- 65

protector externo 52 se separa ventajosamente del resto de la cubierta 46, como se ve mejor en la figura 5.

[0051] La parte principal 38 de la caja 20 tiene una cara trasera 58 (figura 4) en la parte posterior de la caja 20 con respecto al horno 5, que tiene ventajosamente unas aletas 60 dirigidas hacia fuera para favorecer un intercambio térmico entre la caja y la atmósfera circundante.

[0052] En una realización particular, dos ventiladores 62 se fijan a la cara trasera 58 y se adaptan para soplar o extraer aire en las aletas 60 para aumentar el enfriamiento.

10 **[0053]** La parte principal 38 tiene también una pared inferior 64, por ejemplo, sustancialmente plana, y que forma ventajosamente una interfaz de conexión para conectar mecánicamente la caja 20 y el separador 24. La parte principal 38 tiene una pared superior 65.

15 **[0054]** La parte principal 38 comprende una viga 68 (figura 8), por ejemplo, fijada a la pared inferior 64 hacia el interior de la caja 20, que forma una plataforma 70 que se extiende transversalmente y ventajosamente diseñada para ser sustancialmente paralela al suelo 18.

20 **[0055]** La parte principal 38 comprende dos adaptadores de escáner 72 fijados a la plataforma 70 y que sirven respectivamente como bases para los escáneres láser 3D 21A, 21B.

[0056] La parte principal 38 comprende un módulo de adquisición 74 (figura 1) para adquirir temperaturas dentro de la caja 20.

25 **[0057]** La parte principal 38 incluye ventajosamente un detector de posición 76 (figura 7) para detectar si el sistema de cierre 40 está en la posición abierta o en la posición cerrada, y dos boquillas 78 (figura 8) conectadas a la fuente de aire comprimido 32 para soplar aire comprimido respectivamente hacia los escáneres láser 3D 21A, 21B.

30 **[0058]** El dispositivo 10 incluye también una pantalla protectora interna 80 adaptada para reflejar al menos el 80 % de la energía de las radiaciones térmicas Δ que provienen del horno 5 sustancialmente radialmente con respecto a la dirección transversal T a través de la apertura 44 de la cara frontal 37.

35 **[0059]** El filtro protector interno 80 comprende, por ejemplo, varios módulos 82 distribuidos a lo largo de la dirección transversal T, y opcionalmente un módulo transversal 84 adaptado para proteger la viga 68 de las radiaciones térmicas Δ .

[0060] El módulo transversal 84 se interpone entre la viga 68 y el horno 5. El módulo transversal 84 se extiende transversalmente a través de la apertura 44.

40 **[0061]** Cada módulo 82 está adaptado para reflejar al menos el 70 % de la energía de las radiaciones térmicas Δ procedentes del horno 5.

[0062] Los módulos 82 se fijan ventajosamente a la pared inferior 64 y a la pared superior 65 de la parte principal 38, por ejemplo, mediante unos cuantos tornillos respectivamente, para que un operador pueda moverse fácilmente (no se muestra) a lo largo de la dirección transversal T con el fin de definir dos ventanas de escaneo 86A, 45 86B respectivamente delante de los escáneres láser 3D 21A, 21B, independientemente de la posición de este último.

50 **[0063]** Por ejemplo, cada módulo 82 tiene una forma de "L" a lo largo de la dirección transversal T. Cada módulo 82 comprende dos paneles 88 que forman la "L". Uno de los paneles 88 es, por ejemplo, aproximadamente perpendicular a la dirección longitudinal L, y el otro es aproximadamente perpendicular a la dirección vertical V. Los paneles 88 están adaptados para reflejar radiaciones térmicas Δ que provienen del horno 5 sustancialmente radialmente con respecto a la dirección transversal T a través de la apertura 44.

55 **[0064]** Ventajosamente, entre los módulos 82, un módulo, por ejemplo, central a lo largo de la dirección transversal T, es adecuado para proteger el detector de posición 76, y dos módulos extremos opuestos a lo largo de la dirección transversal T son adecuados para proteger al menos parcialmente los resortes de gas 48.

[0065] Ventajosamente, los módulos 82 y el módulo transversal 84 comprenden al menos un 50 % en peso de aluminio pulido.

60 **[0066]** Por ejemplo, los adaptadores 72 se pueden mover entre varias posiciones, por ejemplo, tres, con respecto a la plataforma 70 a lo largo de la dirección transversal T.

[0067] Varias arandelas (no mostradas), por ejemplo, las conocidas como "arandelas Delrin", se interponen entre la viga 68 y la pared inferior 64 para limitar la conducción térmica.

65

- [0068]** El módulo de adquisición 74 (figura 1) incluye varios sensores de temperatura (no mostrados) esparcidos dentro de la caja 20. Ventajosamente, dos sensores de temperatura (no mostrados) están ubicados en la viga 68 en las proximidades de los escáneres láser 3D 21A, 21B. Por ejemplo, dos sensores de temperatura (no mostrados) están ubicados en la pared inferior 64 de la parte principal 38.
- 5
- [0069]** Los escáneres láser 3D 21A, 21B se fijan a los adaptadores 72 (figura 8) y se montan paralelos entre sí. Los escáneres láser 3D 21A, 21B son, por ejemplo, escáneres láser Focus^{3D} disponibles comercialmente en Faro o similares. Los escáneres láser 3D 21A, 21B están adaptados para ser monitoreados por el ordenador 29.
- 10 **[0070]** Los escáneres láser 3D 21A, 21B están protegidos ventajosamente con cinta adhesiva reflectante (no mostrada) pegada a sus paredes. La cinta adhesiva es ventajosamente de tela de vidrio aluminizado, por ejemplo, la mencionada 363 por la empresa 3M.
- [0071]** Cada uno de los escáneres láser 21A, 21B está, por ejemplo, adaptado para emitir y recibir luz a través de la ventana de escaneo.
- 15 **[0072]** Cada uno de los escáneres láser 21A, 21B está configurado para moverse con respecto a la caja 20 con el fin de escanear la porción de pared 12.
- 20 **[0073]** Los escáneres láser 3D 21A, 21B están ubicados a una distancia L2 de la cámara de coquización 14 (figura 1 a 3), por ejemplo, que varía entre 1 y 4 metros.
- [0074]** Los escáneres láser 3D 21A, 21B están adaptados para escanear la cámara de coquización 14 en un plano vertical P (figura 2) desde un ángulo superior $\alpha 1$ a un ángulo inferior $\alpha 2$ con respecto a la dirección longitudinal L, y en un plano horizontal P' (figura 3) desde un ángulo izquierdo $\alpha 3$ a un ángulo recto $\alpha 4$ con respecto a la dirección longitudinal L.
- 25 **[0075]** La caja 20 y los escáneres láser 3D 21A, 21B están configurados para escanear la mayoría de los hornos de coquización existentes. Para ello, la caja 20 y los escáneres láser 3D 21A, 21B están diseñados para permitir:
- 30
- un valor máximo del ángulo superior $\alpha 1$ de 78°,
 - un valor máximo del ángulo inferior $\alpha 2$ de al menos 38,5°,
 - un valor máximo del ángulo izquierdo $\alpha 3$ de al menos 13,5°, y
- 35 - un valor máximo del ángulo recto $\alpha 4$ de al menos 30°.
- [0076]** Estos ángulos se optimizan para reducir el tiempo de escaneo y para permitir escanear toda la pared izquierda 12A y la pared derecha 12B.
- 40 **[0077]** Tal longitud permite seleccionar el espaciador 24 de una pluralidad (no mostrada) de espaciadores que tienen varias longitudes a lo largo de la dirección vertical V, para colocar los escáneres láser 3D 21A, 21B a una altura adecuada. Si H1 estaba por encima de 1 metro, por ejemplo, aproximadamente 1,5 metros, se podría usar un espaciador más grande o un espaciador adicional entre la base 22 y la caja 20.
- 45 **[0078]** Como variante (no mostrada) del dispositivo 10, solo hay un escáner láser 3D en la caja 20, tal como el escáner láser 21A. En esta variante, solo hay un adaptador de escáner 72 fijado a la plataforma 70 y una boquilla 78. Los módulos 82 definen solo una ventana de escaneo 86A.
- [0079]** A continuación, se describirá un uso de la invención.
- 50 **[0080]** Comprende las siguientes etapas:
- proporcionar el dispositivo 10,
 - girar la cara frontal 37 de la caja 20 hacia la apertura del horno 5,
- 55 - colocar el sistema de cierre 40 en la posición abierta, y
- escanear dicha porción de pared 12 con los escáneres láser 3D 21A, 21B a través de la apertura 44 de la cara frontal 37.
- [0081]** Las posiciones de los escáneres láser 3D 21A, 21B se seleccionan en función de las dimensiones del horno 5, particularmente el ancho W1 y la distancia L2.
- 60 **[0082]** Los módulos 82, 84 de la pantalla protectora interna 80 se fijan al resto de la caja 20 dependiendo de la posición de los escáneres láser 3D 21A, 21B con respecto a la viga 68 para definir las ventanas de escaneo 86A, 86B (figura 6) dentro de la apertura 44.
- 65

[0083] La etapa de girar la cara frontal 37 hacia el horno 5 incluye una sub-etapa de llevar el dispositivo 10 delante del horno 5 a la distancia L2 como se muestra en las figuras 1 a 3, y una sub-etapa de seleccionar el espaciador adecuado 24 dependiendo de la altura H1.

5 **[0084]** La placa giratoria opcional permite alinear la caja 20 con respecto al horno 5, de modo que la porción de pared 12 pueda escanearse. Por ejemplo, se puede monitorear la orientación de la caja 20 con respecto a la dirección vertical V.

[0085] Mientras el sistema de cierre 40 esté en la posición cerrada, todos los elementos dentro de la caja 20
10 están bien protegidos de las radiaciones térmicas Δ que provienen del horno 5 y del polvo.

[0086] El panel de protección externo 52 permite dejar el dispositivo 10 delante del horno 5 durante algún tiempo, por ejemplo 5 minutos, sin experimentar un aumento de temperatura en el interior de la caja 20 que podría dañar, por ejemplo, los escáneres láser 3D 21A, 21B. Además, se evacua algo de calor a través de la cara trasera 58
15 de la caja 20, gracias a las aletas 60. Ventajosamente, los ventiladores 62 se encienden para aumentar el intercambio de calor a través de la cara trasera 58.

[0087] De manera similar, las esterillas protectoras en la base 22 y en el espaciador 24 retrasan el aumento de temperatura de estos elementos. Los ventiladores de enfriamiento de la base 22 contribuyen también a mantener la
20 temperatura dentro de la base 22 a un nivel aceptable, preferentemente por debajo de 40 °C.

[0088] Gracias a la fuente de energía a bordo 34 y la fuente de aire comprimido 32, el dispositivo 10 es autónomo.

25 **[0089]** Para realizar el escaneo de la porción de pared 12, la cubierta 46 se abre manualmente. Esto coloca el sistema de cierre 40 en la posición abierta mostrada en la figura 5. Las asas 54 permiten minimizar la exposición del operador (no mostrada) a las radiaciones térmicas Δ durante la apertura o el cierre de la cubierta 46.

[0090] La cubierta 46 se mantiene por los resortes de gas 48 en las posiciones abierta o cerrada, siendo ambas
30 estables.

[0091] El detector de posición 76 (figura 7) detecta que el sistema de cierre ha abandonado la posición cerrada y activa las boquillas 78 (figura 8) para soplar aire hacia los escáneres láser 3D 21A, 21B.

35 **[0092]** Los escáneres láser 3D 21A, 21B son monitoreados por el ordenador 29 para escanear la porción de pared 12 a través de la apertura 44 en la cara frontal 37 y proporcionar señales representativas de la forma de la porción de pared de una manera conocida en sí misma. A continuación, el ordenador 29 interpreta las señales y las convierte en datos representativos de la forma, por ejemplo, una gráfica. Durante el escaneo, el dispositivo 10 no se mueve con respecto al horno 5 y los adaptadores 72 también están en una posición fija.

40 **[0093]** En una realización particular, los escáneres láser 3D escanean toda la pared izquierda 12A y toda la pared derecha 12B sin mover el dispositivo 10 con respecto al horno 5 durante el escaneo.

[0094] Con el fin de minimizar el aumento de temperatura en el dispositivo 10, la duración del escáner se
45 minimiza, y preferentemente se mantiene por debajo de 3 minutos.

[0095] La temperatura dentro de la caja 20 se mide mediante el módulo de adquisición 74 y se envía al ordenador 29.

50 **[0096]** La pantalla protectora interna 80, al definir las ventanas de escaneo 86A, 86B, confina los haces de láser emitidos por los escáneres láser 3D 21A, 21B en un ángulo sólido útil que se muestra en las figuras 2 y 3. En particular, no se puede emitir ningún haz de láser lateralmente, a lo largo de la dirección transversal T.

[0097] La pantalla protectora interna 80 protege los escáneres láser 21A, 21B y los resortes de gas de las radiaciones térmicas Δ . La pantalla protectora interna 80 limita el flujo de calor que entra en la caja 20 cuando el sistema de cierre 40 está en la posición abierta. La pantalla protectora interna 80 limita también la entrada de aire exterior hacia el interior de la caja 20.

[0098] La solapa 50 evita que los pedazos más grandes de polvo entren en la ranura entre la cubierta 46 y la
60 parte principal 38 de la caja 20.

[0099] Los resultados del escaneo se interpretan justo después de que se haya escaneado el horno 5 o después de que se hayan escaneado todos los hornos de un conjunto predeterminado. Entre los escaneos de dos hornos sucesivos, generalmente hay un tiempo de espera de 8 a 12 minutos.

65

[0100] Gracias a la base 22, mover el dispositivo 10 delante de cada horno sucesivamente es fácil.

[0101] Gracias a las características mencionadas anteriormente, el dispositivo 10 mide una forma de la porción de pared 12 del horno 5, y es particularmente adecuado para su uso en presencia de polvo y radiaciones térmicas, así como cerca de un horno en funcionamiento junto al horno 5.

[0102] El dispositivo 10 está adaptado también para medir una forma de una porción de pared de cualquier horno estrecho que tenga una gran longitud, por ejemplo, mayor que 5 veces la dimensión transversal más grande del horno.

10

Pruebas industriales

[0103] Las pruebas industriales del dispositivo 10 se realizaron confidencialmente en hornos de coque en Dunquerque, Francia. El dispositivo 10 se colocó a 2,5 m de cada entrada del horno. La fase de escaneo tardó aproximadamente 2,5 minutos para cada horno y dio resultados muy precisos. Algunos de estos resultados, obtenidos con un horno dado, se muestran en las figuras 9 a 11.

15

[0104] Las figuras 9 a 11 muestran el ancho medido (eje Y de las figuras) del horno a lo largo de la dirección transversal T versus la longitud del horno (eje X de las figuras) a lo largo de la dirección longitudinal L.

20

[0105] La curva C1 es el perfil de anchura esperado del horno.

[0106] Las curvas C2, C3 y C4 son los perfiles de ancho medidos, respectivamente, al 10 %, 50 % y 90 % de la altura de la cámara de coquización 14 a partir de su parte inferior.

25

[0107] Las figuras 9 a 11 permitieron evaluar cómo los perfiles de ancho medidos C2 a C4 difieren del perfil de ancho esperado C1.

30

[0108] Utilizando estos datos, fue posible relacionar las desviaciones medidas con el depósito real de carbono o los desplazamientos de ladrillo en el horno, y explicar por qué algunos de los hornos eran más fáciles de cargar o descargar.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (10) para medir una forma de una porción de pared (12) de un horno de coque (5), comprendiendo el dispositivo (10):
- 5 - una caja (20) y al menos un escáner láser 3D (21A) ubicado en la caja (20), teniendo la caja (20) una cara frontal (37) prevista para mirar hacia una apertura del horno (5), una parte principal (38) y un sistema de cierre (40) móvil con respecto a la parte principal (38) entre una posición abierta, donde la parte principal (38) define al menos una apertura (44) en la cara frontal (37), y una posición cerrada, donde la caja (20) está cerrada alrededor del al menos un escáner láser 3D (21A) y la caja (20) es estanca y está protegida contra polvos y proyecciones sólidas externas,
- 10 y
 - una pantalla protectora interna (80) ubicada dentro de la caja (20) y que define al menos una ventana de escaneo (86A, 86B), donde la ventana de escaneo (86A, 86B) es más estrecha que la apertura (44) a lo largo de una dirección transversal (T) de la caja (20), y
- 15 donde el al menos un escáner láser 3D (21A) está adaptado para escanear dicha porción de pared (12) a través de la ventana de escaneo (86A, 86B) y a través de la apertura (44) cuando el sistema de cierre (40) está en la posición abierta.
2. El dispositivo (10) según la reivindicación 1, donde la pantalla protectora interna (80) comprende varios
- 20 módulos (82) distribuidos a lo largo de la dirección transversal (T), estando cada módulo (82) adaptado para reflejar al menos el 70 % de las radiaciones térmicas (Δ) procedentes del horno (5) sustancialmente radialmente con respecto a la dirección transversal (T) a través de la apertura (44).
3. El dispositivo (10) según la reivindicación 2, donde la pantalla protectora interna (80) comprende dos
- 25 módulos extremos opuestos a lo largo de la dirección transversal (T), donde cada uno de los módulos extremos está adaptado para reflejar al menos el 80 % de las radiaciones térmicas (Δ) que provienen del horno (5) sustancialmente a lo largo de la dirección transversal (T) a través de la apertura (44).
4. El dispositivo (10) según la reivindicación 3, que comprende además al menos un resorte de gas (48)
- 30 adaptado para mantener el sistema de cierre (40) en la posición abierta, donde al menos uno de los módulos extremos está adaptado para ocultar al menos una porción del resorte de gas (48) de las radiaciones térmicas (Δ) que provienen del horno (5).
5. El dispositivo (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde el sistema de cierre (40)
- 35 comprende una cubierta (46) montada de forma giratoria en la parte principal (38) de la caja (20).
6. El dispositivo (10) según la reivindicación 5, donde la cubierta (46) incluye un panel de protección
- 40 externo (52) adaptado para reflejar al menos el 80 % de las radiaciones térmicas (Δ) procedentes del horno (5) cuando el sistema de cierre (40) está en la posición cerrada.
7. El dispositivo (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde la caja (20) tiene una cara
- 45 trasera (58) que comprende aletas (60) dirigidas hacia el exterior con el fin de favorecer un intercambio térmico entre la caja (20) y la atmósfera circundante.
8. El dispositivo (10) según la reivindicación 7, que comprende además al menos un ventilador (62) fijado
- 50 a la cara trasera (58) y adaptado para soplar o extraer aire en o desde las aletas (60).
9. El dispositivo (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende además una fuente
- de aire comprimido (32) y al menos una boquilla (78) conectada a dicha fuente de aire comprimido (32) y adaptada
- 55 para soplar aire desde la fuente de aire comprimido (32) hacia el escáner láser 3D (21A).
10. El dispositivo (10) según la reivindicación 9, que comprende además un detector (76) adecuado para
- detectar cuándo el sistema de cierre (40) está en la posición abierta, y una unidad de control (30) para controlar la
- boquilla (78) de modo que el aire de la fuente se sople hacia el escáner láser 3D (21A) al menos cuando el sistema
- 55 de cierre (40) está en la posición abierta.
11. El dispositivo (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende además un segundo
- escáner láser 3D (21B), donde dicho primer y segundo escáner láser 3D (21A, 21B) están separados entre sí a lo
- 60 largo de la dirección transversal (T) y, por ejemplo, paralelos entre sí.
12. El dispositivo (10) según la reivindicación 11, donde los escáneres láser 3D (21A, 21B) están montados
- en una misma viga (68) de la caja (20).
13. El dispositivo (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, donde la caja (20) está soportada o
- 65 fijada a una placa montada de forma giratoria en una base (22).

14. Una instalación (1) que comprende un horno de coque (5) y un dispositivo (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.

5 15. Un procedimiento para medir una forma de al menos parte de una cámara (14) de un horno de coque (5), teniendo la cámara (14) una pared izquierda (12A) y una pared derecha (12B) opuestas a lo largo de la dirección transversal (T) del horno (5), comprendiendo el procedimiento al menos las siguientes etapas:

- proporcionar un dispositivo (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13,
- 10 - posicionar el dispositivo (10) delante de una apertura del horno (5), a una distancia (L2) con respecto a dicha apertura a lo largo de una dirección longitudinal (L) perpendicular a la dirección transversal (T), y transversalmente entre la pared izquierda (12A) y la pared derecha (12B), y
- escanear la pared izquierda (12A) y la pared derecha (12B) utilizando el escáner láser 3D (21A), sin mover el
- 15 dispositivo (10) con respecto al horno (5) durante el escaneo.

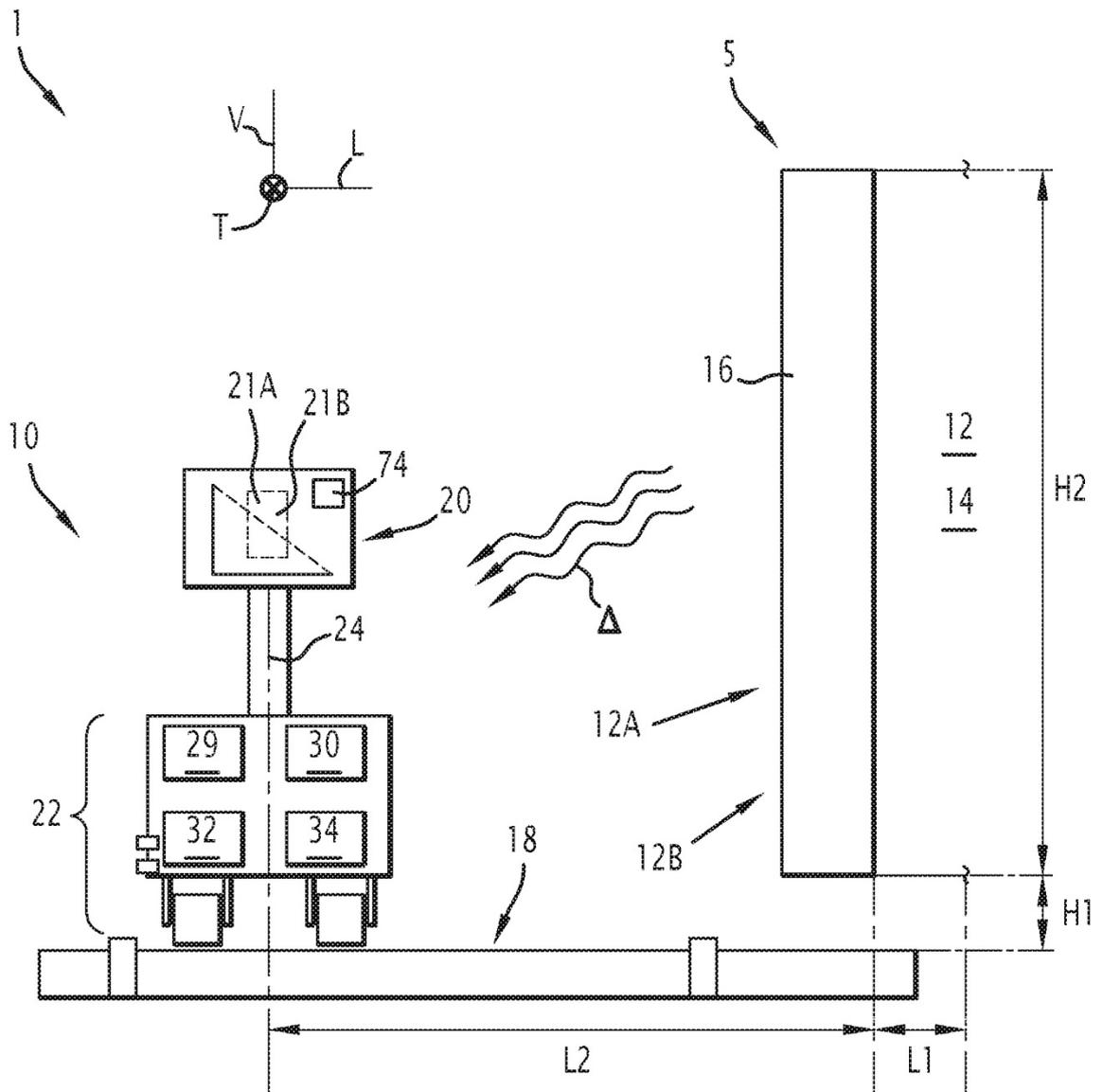


FIG.1

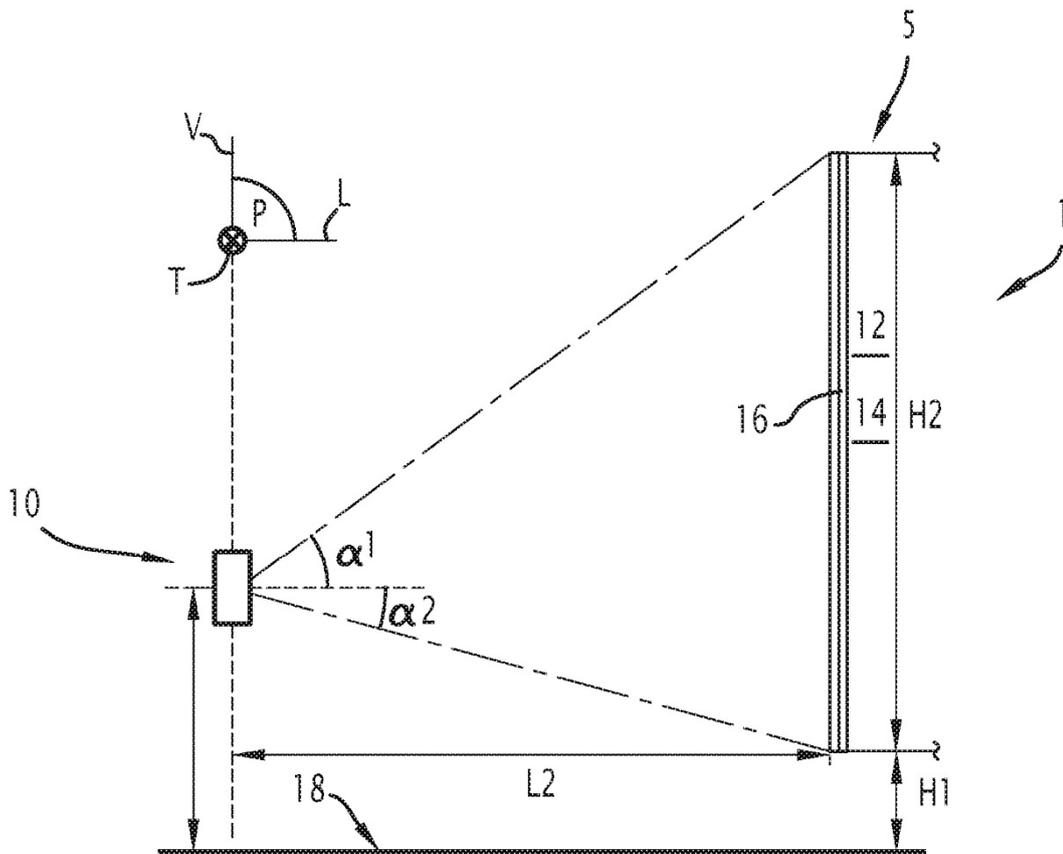


FIG. 2

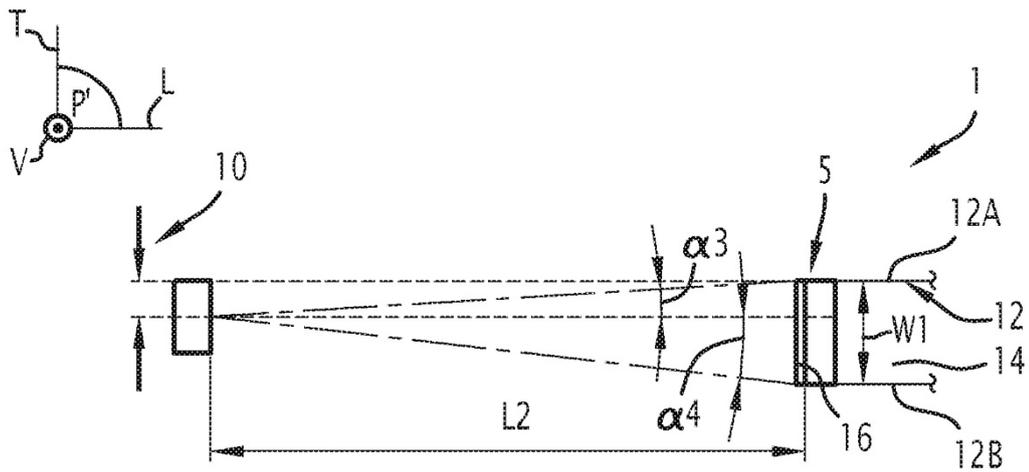


FIG. 3

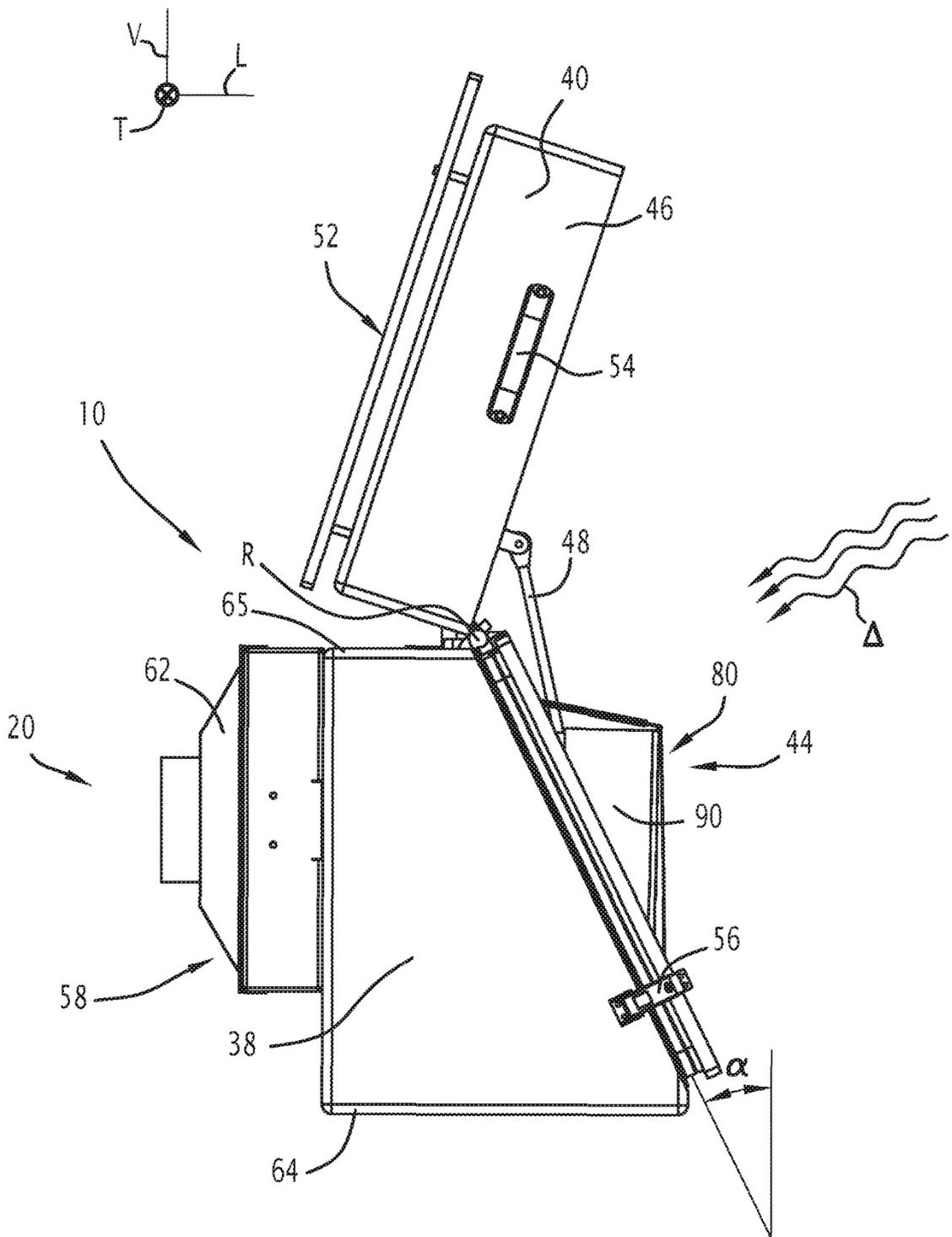


FIG.5

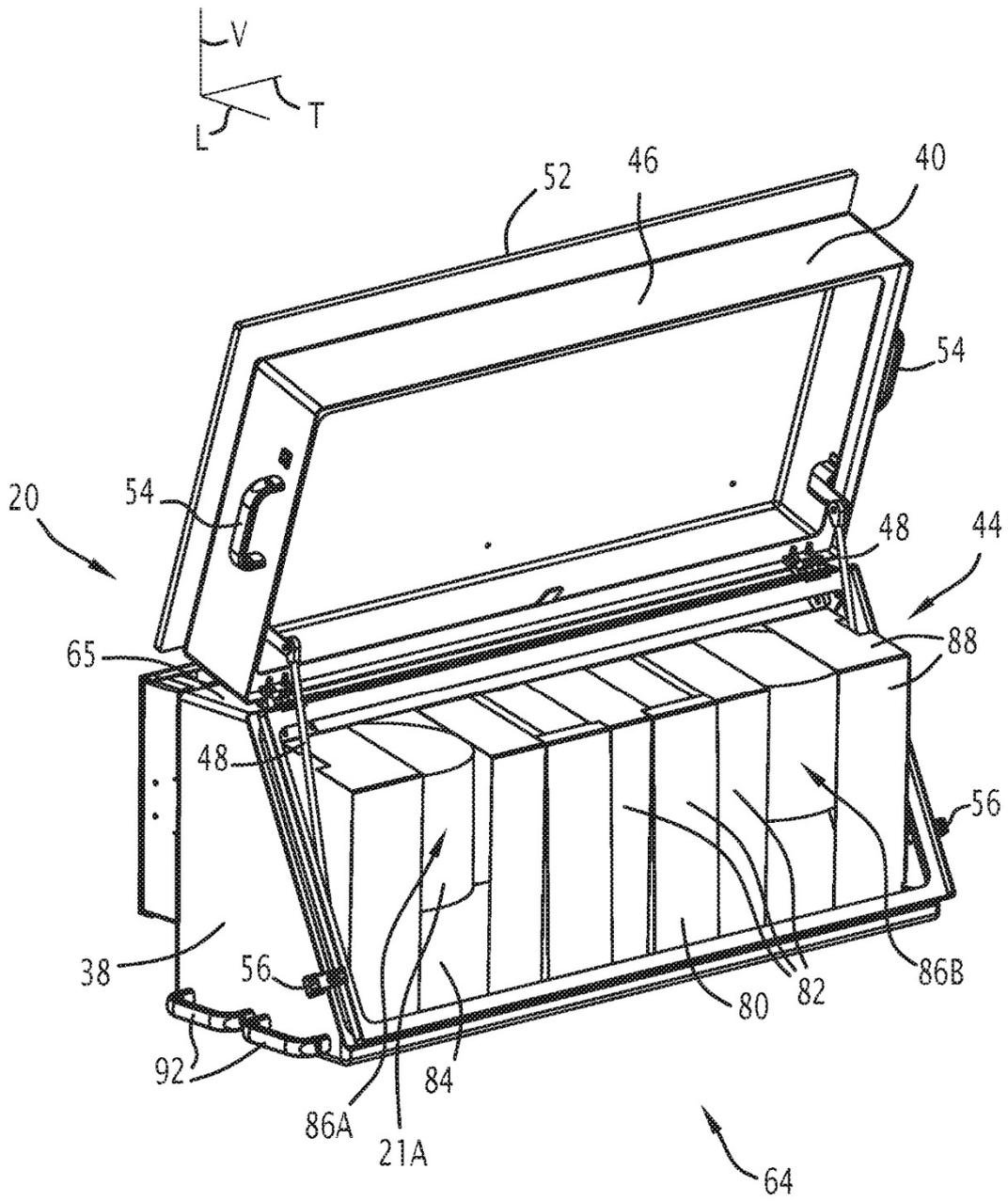


FIG.6

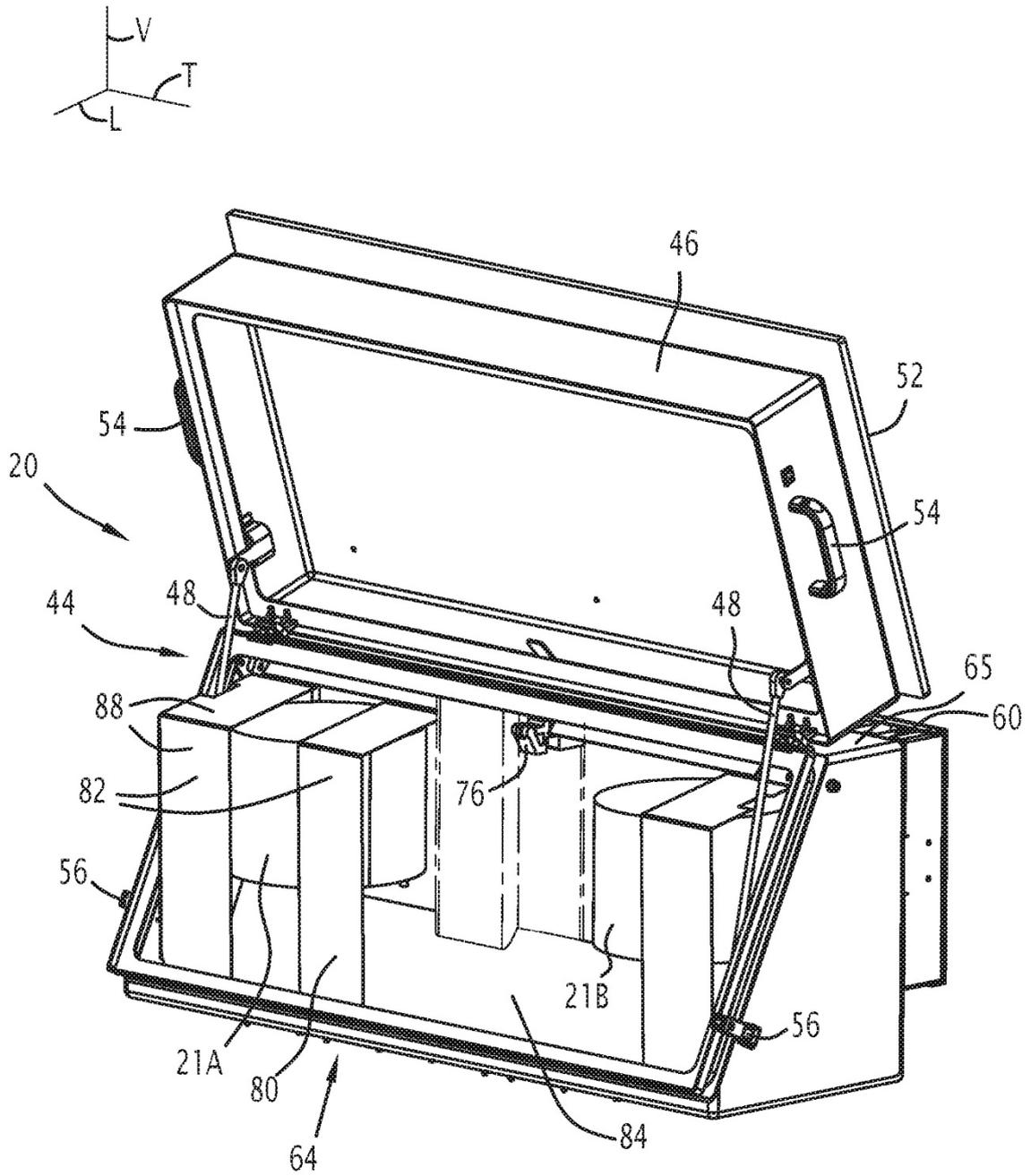


FIG. 7

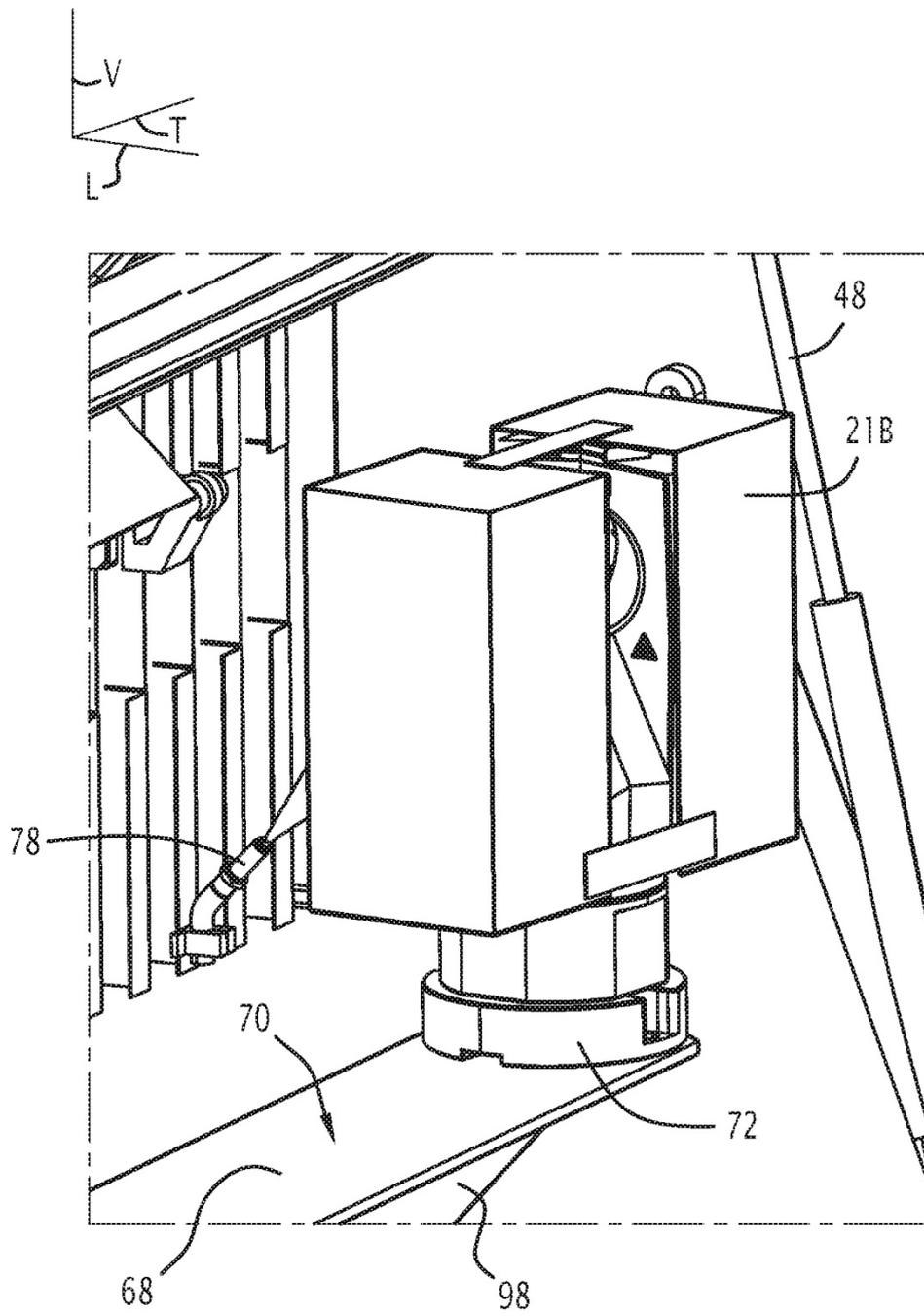


FIG.8

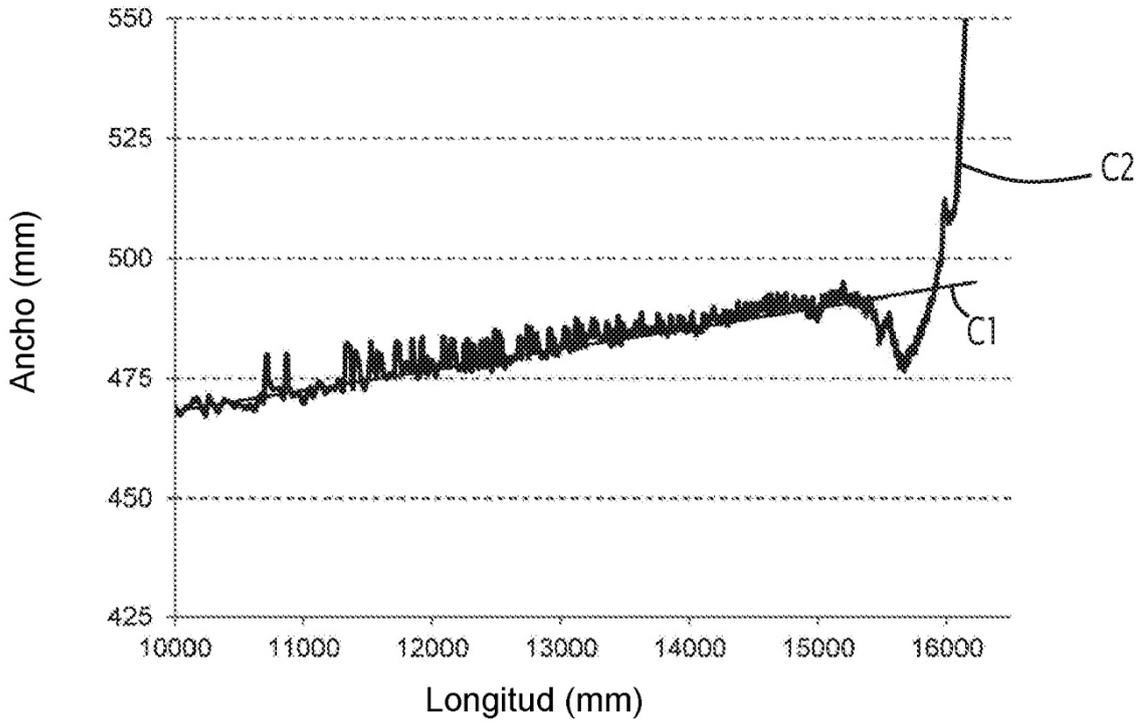


FIG.9

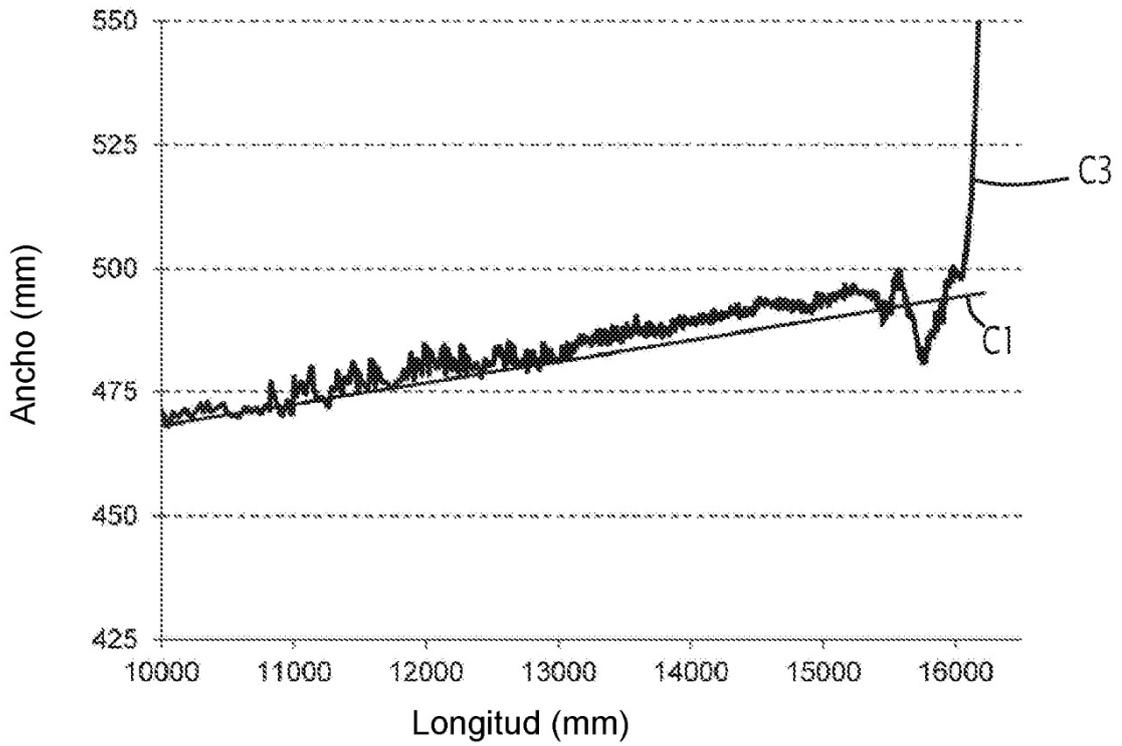


FIG.10

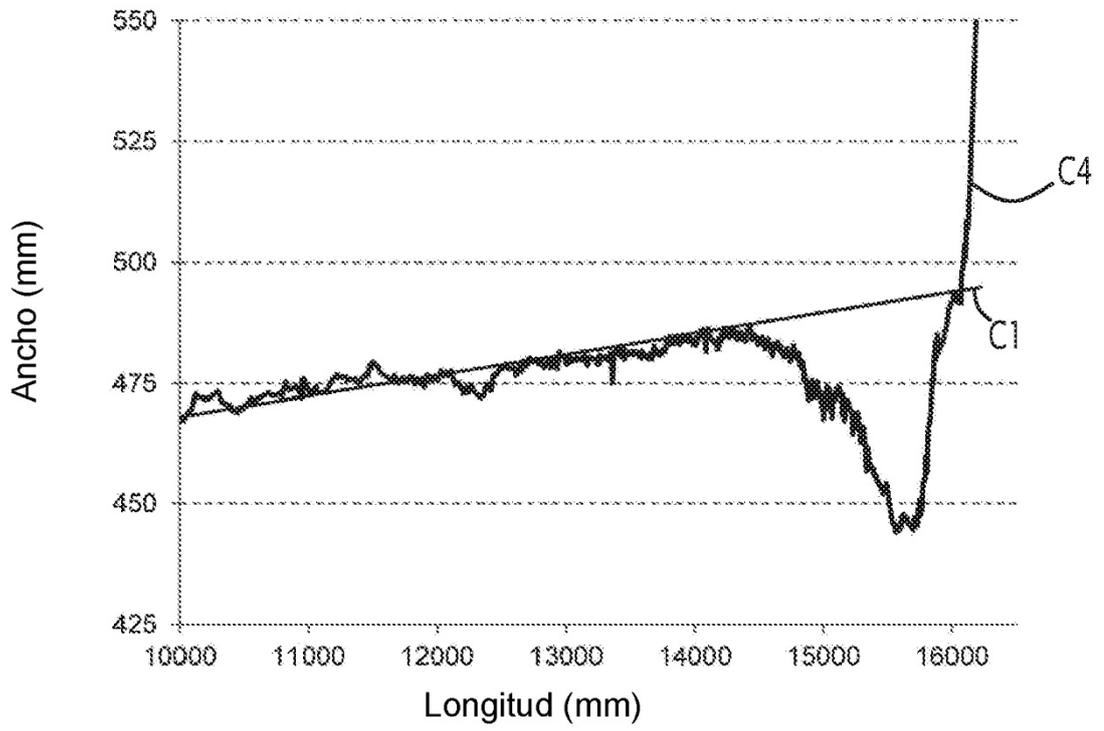


FIG.11